

Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería: El error como fuente para la evaluación en ambientes autorregulados

Zulma Cataldi, Pablo Méndez, Nancy Figueroa, Fernando Lage

LIEMA: Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. liema@fi.uba.ar

Resumen

En el LIEMA, se ha llevado a cabo la construcción e implementación de una herramienta automatizada para que los alumnos puedan autoevaluar sus conocimientos sobre los contenidos de la asignatura Computación, que corresponde al área de Programación Básica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Esta construcción se fundamentó sobre bases epistemológicas provenientes de las corrientes que abogan por la autorregulación del alumno; y se justifica desde el problema del desgranamiento sostenido en la asignatura citada. El elemento primordial para la creación de la herramienta, fue el listado de los errores que los alumnos comenten en las evaluaciones parciales y finales. Estos fueron registrados y clasificados conformando una base de datos refinada para componer la autoevaluación.

Palabras claves: tecnología informática, enseñanza de computación, errores, autoevaluación.

1. Introducción

En esta comunicación queremos dar cuenta de las experiencias que venimos llevando a cabo durante 20 períodos (17 cuatrimestres y tres cursos de verano), en cuanto a la enseñanza de la asignatura de grado *Computación* en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. La asignatura se encuentra dentro del área de docencia de Programación Básica y es obligatoria para los estudiantes de todas las carreras de Ingeniería, con excepción de las carreras Ingeniería Electrónica e Ingeniería Informática.

En estos cursos la relación entre el número de docentes y el número de alumnos es de 1 a 90 durante las clases teóricas y de 1 a 30 en las clases prácticas. Debido a la formación de los docentes en las diversas ramas de la ingeniería y en docencia universitaria la heterogeneidad de las carreras no representa un problema en cuanto a las motivaciones de los grupos implicados. La materia tiene una carga horaria semanal de 4 horas; las cuales resultan escasas para ilustrar con ejemplos que representen a cada una de las carreras.

1. Acercamientos previos al problema

Primeramente, los esfuerzos para el mejoramiento de la enseñanza se centraron en rediseño de las clases desde una perspectiva netamente constructivista (Cataldi, Lage y Copello. 1999; Cataldi y Lage, 2003). Por otra parte, se sistematizaron los errores que cometen los estudiantes en sus evaluaciones parciales y finales (Cataldi, Lage, 2000) a fin de obtener recurrencias, para poder trabajarlas desde una concepción que permita su interpretación, reconceptualización y su erradicación. Desde 1997 (Cataldi y Lage, 1998) se trabajaron los preconceptos arraigados en los estudiantes y los docentes a través de contraejemplos, a fin de considerar aquellas afirmaciones sin base científica que están fuertemente arraigadas en el ámbito estudiantil (Cataldi, Lage, 2002). A partir de estas investigaciones hemos detectado algunos indicadores de bajo rendimiento tales como: *la falta de metodologías de estudio, la falta de tiempo dedicado al estudio, y la falta de consultas a bibliografía básica, entre otras* (Cataldi, Lage, Denazis, 2001, 2004; Figueroa et al., 2002).

La asignatura Computación tiene como eje central a la *algoritmia* que representa una forma diferente para *resolver problemas* y que los estudiantes reciben con una cierta resistencia inicial. Aquí está el punto de quiebre donde el docente debe utilizar habilidosamente los diferentes recursos didácticos disponibles a fin de poder revertir la *falta de motivación de los estudiantes que terminan por abandonar el curso al poco tiempo o luego de intentos fallidos en aprobar sus evaluaciones parciales*. Nos centramos entonces en dos cuestiones medulares que son: *la motivación del estudiante y la evaluación como un núcleo didáctico a veces descuidado* o como sostiene Litwin (1998): “El campo de la evaluación da cuenta de posiciones controvertidas y polémicas desde las perspectivas pedagógicas y didácticas. Dado que muchas veces en las prácticas de enseñanza la actitud evaluadora invierte el interés de conocer por el de aprobar” (...) “La evaluación es parte del proceso didáctico, e implica una toma de conciencia de los estudiantes sobre sus aprendizajes adquiridos”.

En su proceso de aprendizaje a fin de dominar el nuevo lenguaje, el estudiante lleva a cabo una práctica, donde intenta expresar sus ideas en el lenguaje específico; por su parte, el profesor evalúa su codificación, y en función de ésta, realiza las correcciones sobre la idea principal y los aspectos formales (remitiéndose a la gramática, sintaxis y léxico en ese orden). El alumno debe estructurar en su mente el nuevo lenguaje, es decir, adecuar su estructura mental para reconocer los nuevos componentes básicos (léxico, sintaxis y gramática) para formar frases (o líneas de código) con un significado propio.

El proceso antes mencionado puede ser apoyado a través de ejemplos por parte del profesor quien puede aclarar ciertas cuestiones, pero de ninguna manera puede reemplazar el proceso (tiempo) de práctica personal “*en la computadora*” que se requiere para dominar el nuevo lenguaje.

Plantear la idea del *algoritmo* requiere situarse en un nivel de abstracción más alto, donde no se expresan las líneas de código para formar la gramática del lenguaje, sino las ideas, juicios, razonamientos y argumentaciones completas que utiliza el estudiante para resolver el problema en forma general. Esta es la parte más importante del proceso, ya que la solución propuesta al problema define el conjunto de las estructuras a elegir por el estudiante. Si se parte de una idea errónea se puede llegar a una codificación perfecta, en la que la solución es inexacta. Un ejemplo que se utiliza durante las clases prácticas se describe a continuación:

“Un comerciante desea dar el vuelto en monedas a sus clientes, pero dándole la menor cantidad de éstas posible, ya que no posee mucho cambio. Se pide realizar el algoritmo que le indique al comerciante cuántas monedas de cada denominación debe entregarle al cliente”. Los alumnos generalmente utilizan una técnica del tipo “*greedy*”¹ donde el comerciante comienza por darle la mayor cantidad de monedas de la más alta denominación y luego repite el proceso disminuyendo la denominación de las monedas. Esta solución es correcta solo si el valor de la moneda m_i es el doble o mayor que la moneda m_{i-1} . Por lo tanto la solución encontrada por los alumnos puede llegar a ser codificada correctamente, pero solo es válida para una cantidad de casos limitada, ya que el análisis del problema fue realizado en forma incompleta.

Ahora, la idea de la solución al problema, a diferencia de su codificación, carece de reglas concretas que lo guíen, tales como son el léxico, la sintaxis y la gramática, en el lenguaje de programación. El estudiante entonces, debe plantear primero la idea que resuelven el problema para codificarla luego, sobre la base de reglas que se desprenden de un análisis exhaustivo de la cuestión y que luego son plasmadas en el pseudocódigo.

Se trata entonces de que el alumno asimile el concepto de algoritmo, que Brookshear (1995) define como: “*un conjunto de instrucciones para ejecutar una tarea por medio de una secuencia finita de pasos ejecutables no ambiguos*”, y que también lo asocie a los conceptos de eficiencia, optimización y depuración de los mismos.

¹ Codicioso.

Por lo tanto, se desprende que para acercarse a uno de los objetivos básicos de la materia, no solo se requiere dominar la sintaxis, semántica y gramática del lenguaje, sino también el paradigma de programación y la estructura de razonamiento que lleva a analizar los problemas para hallar soluciones exhaustivas, que sean válidas en todo el espacio de casos posibles. Si estos objetivos no son alcanzados por los estudiantes, ellos no podrán aprobar sus evaluaciones y por ende la materia.

2. Análisis Situacional

Desde las primeras investigaciones (Cataldi, Lage, 1997) hemos observado que el problema del desgranamiento de los estudiantes en la asignatura se produce por las características propias del alumno a las que se les suman las del contexto. Esta situación se puede detectar según tres estadios diferentes a través de la existencia de: a) *estudiantes que abandonan la asignatura*, b) *estudiantes que comenten errores durante la elaboración de sus trabajos prácticos y que finalmente optan por abandonar* y c) *estudiantes que cometen errores en las evaluaciones y que optan por abandonar*.

El primer problema generalmente se detecta cuando ya es un hecho consumado; el estudiante deja de asistir a clase porque no puede seguir el ritmo que siguen sus compañeros y se atrasa en sus tareas semanales. A fin de detectar en forma temprana la ausencia de un estudiante, es decir cuando “*empieza a faltar*”, se adoptó como medida tomar asistencia tanto en las clases teóricas como durante las prácticas. De esta forma, cuando se individualiza a un estudiante en esta situación, se intensifica el apoyo de los auxiliares docentes con *horarios adicionales de práctica*, pero a pesar de estos esfuerzos algunos casos no se pueden recuperar.

Los otros casos son similares en cuanto a los aspectos psicológicos en sí mismos, pero su detección es más complicada durante la realización los trabajos prácticos que durante las evaluaciones. Como los trabajos prácticos se llevan a cabo en grupos de dos o tres alumnos, y la mayor parte de los mismos se realizan fuera del horario de clase, se pueden presentar algunas de las siguientes situaciones: a) *algún integrante del grupo se puede encontrar en un estadio superior, y por lo tanto corregir los errores (a través de proveer andamiaje), imposibilitando la detección por parte del docente*, b) *ante el problema, el grupo puede solicitar ayuda o asesoramiento a algún agente externo y en este caso tampoco se detecta el error* o c) *pueden solicitar ayuda a algún auxiliar docente para dar solución al problema, en este caso el problema es detectado pero a veces no queda registrado*.

En las evaluaciones parciales y finales *es donde aparecen las fallas notorias a través de los errores que son registrados, cuyo valor como indicadores de aprendizajes es relativo pues hay que considerar que la misma, es una situación de alto estrés donde el alumno esta más propenso a cometer fallas, pero si lo es su recurrencia*.

Hemos construido un registro de los errores cometidos en las evaluaciones parciales y finales que se plasmó en un listado, donde se observan los diferentes tipos de fallas cometidas en forma reiterada por los estudiantes *novatos*. Nos centramos en las etapas iniciales, del curso, ya que es donde el estudiante pierde más fácilmente la motivación y desiste de seguir cursando. Estos errores son:

- *No leen detenidamente el problema a resolver, a veces no saben leer e interpretar el enunciado e interpretan lo que ellos quieren interpretar.*
- *Al principio confunden Read con Write*
- *No entienden para qué definir tipos y los definen mal*
- *Confunden los signos $>$ y $<$*
- *Confunden variables y constantes*
- *No definen constantes*
- *Confunden filas y columnas con lo que se les dificulta el trabajo con vectores y matrices.*
- *Manejan mal los subíndices.*

- *No interpretan las estructuras cíclicas ni sus diferencias*
- *Usan if anidados en lugar de and*
- *No inicializan variables y contadores.*
- *No entienden cómo establecer sangrías por bloques y lo hacen mal*
- *No diferencian división real y entera*
- *No discriminan variables dependientes e independientes.*
- *No validan los datos de entrada a los programas*
- *No documentan los programas*
- *No verifican la división por cero, de haber un cociente*
- *Construyen ciclos infinitos*

A su vez, estos errores se pueden agrupar más globalmente de acuerdo a la clasificación siguiente:

- *Errores debidos a la mala interpretación del problema a resolver.*
- *Errores debidos a las deficiencias en el uso del código de programación.*
- *Errores debidos al mal manejo de las estructuras básicas de programación y de los datos.*
- *Errores en el uso de las variables globales y locales.*
- *Errores debido a procesos de decisión mal elaborados.*

La dificultad en la comprensión de los procesos de enseñanza y de aprendizaje se debe en parte a la multiplicidad de variables involucradas en ambos. Dentro de estos procesos, la evaluación da cuenta de los errores cometidos en forma reiterada y representa uno de los aspectos de más trascendencia en el acto didáctico. Es frecuente, observar los diferentes tipos de errores cometidos por los estudiantes en las evaluaciones, que van desde omisiones leves debidas a la falta de atención o al nivel estrés del proceso evaluativo, hasta errores conceptuales graves que producen una reprobación. Algunos estudios preliminares (Cataldi y Lage, 2000) nos permitieron observar que los errores cometidos pueden ser analizados desde un aspecto cualitativo y otro cuantitativo. La literatura existente determina el proceso de evaluación desde los aspectos cuantitativos de los errores, y aún en aquellos casos en que se realiza una consideración cualitativa, esta se lleva a cabo con un criterio globalizador (Ausubel 1976).

A partir del análisis de las evaluaciones diagnósticas de los estudiantes observados, se puede ver que existen algunas características individuales en los mismos tales como:

- *El grado de desarrollo de la estructura cognitiva.* En la medida en que dicha estructura esté desarrollada, el alumno logrará la *significatividad psicológica* y gracias a ella, el estudiante asimila el contenido en cuestión estableciendo relaciones con los conceptos previos o bien modificando estos últimos si fueran erróneos en un proceso que lo conduce hacia el *cambio conceptual*. Normalmente, una falta de desarrollo en la estructura cognitiva muestra que el estudiante no ha alcanzado el estadio de las operaciones intelectuales formales. En esta instancia aparece la lógica formal o de las proposiciones que permite el pensamiento hipotético–deductivo. En el ejercicio de este pensamiento, el individuo formula hipótesis y deduce con base en ellas, sin apoyo de la percepción y corrigiendo errores a partir de la *reflexión*. Si la representación se mantiene igual, pues no hay acción del pensamiento sobre las estructuras, se mantendrán los hábitos adquiridos y el individuo carecerá de movilidad intelectual.
- *La disponibilidad afectiva, o motivación* mediante la cual el estudiante adopta una actitud de apertura hacia los nuevos contenidos. La disponibilidad afectiva esta vinculada con la verdadera “*vocación*” en el momento de elegir una profesión. Si se considera que vocación significa “*llamado a...*”, no siempre se responde a ello, en especial al tener en cuenta el contexto socioeconómico y laboral actual de nuestro país.

Estas son consideradas características individuales ya que la significatividad en estos casos es *idiosincrásica*, variando de sujeto a sujeto, según las variables analizadas.

Entre las *características generales* se encuentra el *contexto* como variable con:

- *Las condiciones de las universidades públicas, con un elevado número de estudiantes por cada curso y con jornadas reducida en horas*
- *La formación secundaria con graves deficiencias y falta de consolidación de conocimientos básicos*

Presentada y analizada la problemática, se propone que el estudiante descubra e interprete cómo puede hacer para resolver correctamente sus problemas trabajando desde la reconceptualización de sus errores. Nos centraremos en esta problemática desde los aportes que puede hacer *la autoevaluación* a la formación del estudiante, en la adquisición de experticia en el dominio de la resolución de problemas en ingeniería desde los contenidos de la asignatura Computación.

3. La autoevaluación y autorregulación a través de la autoobservación.

Uno de los núcleos conceptuales que conforman la columna vertebral de la didáctica es, sin duda, la evaluación. Su importancia y necesidad ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores e investigadores de la educación como Hernández Rojas (1998) y House (1994). Al respecto, dicen Angulo y Blanco (1994): *“la evaluación es el proceso por el cual conocemos y valoramos la calidad del servicio y el papel de los distintos componentes en el mismo”*; significa entonces, que evaluar implica comprender qué le sucede al alumno y a todos los integrantes implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje considerado.

Es posible considerar diferentes enfoques de la evaluación como el *tecnológico*, *curricular*, *iluminativo* y diferentes tipos de evaluación como la *diagnóstica*, *formativa*, *sumativa* y otras; pero como el *estudiante es el principal protagonista* y destinatario del proceso de enseñanza y aprendizaje, se lo puede hacer partícipe de algún modo de su evaluación a través de *la autoevaluación*. Blanco Prieto (1994) dice: *“la autoevaluación por parte del alumno supone una concepción democrática y formativa del proceso educativo”* y Gimeno Sacristán (1981), al respecto, enumera una serie de razones que justifican la necesidad de la *autoevaluación*: a) una persona formada adecuadamente es aquella capaz de dirigir su propio aprendizaje; por lo tanto habrá que preparar al estudiante para que participe en su evaluación, b) cuando un estudiante es capaz de corregirse en un determinado contenido, se puede decir que domina ese contenido, c) uno de los principales valores a inculcar en los estudiantes es la *“honradez”*, por lo tanto negarles la posibilidad de autoevaluarse por temor a que se ponga más nota de la que se merece, no tendría sentido, d) con la autoevaluación los alumnos se sentirán tratados como adultos responsables y e) la importancia de este tipo de proceso evaluativo radica en que es una actividad que mejora los aprendizajes de los alumnos, que en definitiva, es el fin que se persigue.

Según Patterson (1982), la autoevaluación puede hacerse a través de una evaluación escrita, al calificarse a sí mismo; o al demostrar si se ha cumplido un contrato, mediante la discusión con otros compañeros o el análisis mutuo con el profesor. Rogers (1978) desde su posición humanista del aprendizaje experiencial, destaca dos tipos de criterios utilizados por los alumnos en la autoevaluación que, en mayor o menor grado, ellos deben tomar en cuenta cuando se autoevalúan y son a) *criterios significativos* desde el punto de vista personal tales como: el grado de satisfacción con el trabajo conseguido, la evolución intelectual y personal, el compromiso personal con el curso y la profundidad sobre un cierto tema que el curso fue capaz de promover y b) *criterios impuestos* desde fuera o asumidos en el pasado tales como: el grado de profundidad con que se leyeron los materiales, la dedicación puesta en todas las clases, lecturas y trabajos, la comparación con la dedicación puesta en otros cursos y la comparación de la propia dedicación con respecto a la de los compañeros. La autoevaluación de la propia actuación conduce también a centrar la atención en la

resolución de problemas, sobre todo aquellos relacionados con los errores y sus diferentes tipos tales como los errores de comprensión, de planteo, de cálculo, etc.

Retomando la idea de que el estudiante debe ser partícipe de su proceso de aprendizaje, y adscribiendo a la justificación de Gimeno Sacristán (1981) es posible fundamentar la autoevaluación en el *aprendizaje autorregulado*.

Puede decirse que existe aprendizaje autorregulado, *cuando el alumno es capaz de ser un participante activo de su proceso desde el punto de vista metacognitivo, conductual y motivacional*. (Zimmerman; 1989, 1994). Esto implica que él debe lograr una *toma de conciencia* de sus propias dificultades para establecer estrategias de acción (aspecto *metacognitivo*) y por otra parte debe ser capaz de controlar su conducta para alcanzar sus metas (aspecto *conductual* y *motivacional*).

El proceso de aprendizaje autorregulado básicamente se da a través de las siguientes etapas: *formulación de metas, planificación, observación, evaluación y reacción*. Una meta es lo que un individuo está intentando conseguir de forma consciente, y *formular una meta* implica establecerla, y modificarla si se considera necesario (Schunk, 1990). Luego de planteadas las metas, el alumno debe *seleccionar las estrategias apropiadas* (planificar) para alcanzar las metas de aprendizaje formuladas (González Fernández, 2001). En esta selección debe tener en cuenta que su vida transita por otros caminos aparte del académico, por lo que necesita tener en cuenta los aspectos que Corno (1994) identifica como *distractores*.

Por otra parte, la *autoobservación* consiste en poner atención en forma deliberada sobre algunos aspectos de la propia conducta. Graham y Harris (1994) la definen como la *vigilancia sistemática de la propia actuación* mientras que la *autoevaluación* consiste en una comparación con un criterio predeterminado. Debido a que la información puede indicar en qué medida se está progresando hacia la meta, la primera permite efectuar reajustes en pos de la segunda.

Observar la propia conducta lleva a autoevaluar la actuación personal comparándola con modelos semejantes o disponibles. Al respecto, Bandura (1986) sostiene que la observación de los modelos es una manera importante de adquirir criterios por parte de los alumnos para la evaluación de sí mismos; esto implica que los criterios serán tan elevados como lo sean los modelos observados; también, debido a esta observación de modelos se influye en la *autoeficacia* y en las conductas orientadas al logro. En suma y como establece Bandura (1986, 1991), la *autoevaluación* esta correlacionada con variables tales como: el tipo de criterios fijados, la comparación social o el valor otorgado a la propia actividad. En general, *“las personas tienden a elevar los criterios de ejecución tras el éxito, y a disminuirlos hasta unos niveles más realistas cuando ha fracasado repetidamente”* (González Fernández, 2001). El paso siguiente a la *autoevaluación* es la *autorreacción*; es decir, las respuestas que se dan a los juicios sobre la propia actuación, por lo que se puede expresar entonces, que la *autorreacción* se constituye a partir de las acciones que toma el estudiante cuando adquiere conciencia del resultado de su aprendizaje.

Finalmente, se puede decir que la adquisición de estrategias de autoevaluación ayuda a los estudiantes a *“controlar”* sus aprendizajes y por otra parte, la gran importancia de la autoevaluación como forma de detectar anomalías, reside en la toma de conciencia del estudiante de su necesidad de ayuda o de la necesidad de implementar nuevas estrategias, por ejemplo, a través de la metacognición. Esto, a su vez les permite concentrar más esfuerzos en el estudio de las materias que necesitan más tiempo y práctica (Schunk, 1997). También, de acuerdo con Rogers (1978), el uso de la *autoevaluación* como recurso fomenta en los alumnos la *creatividad, la autocrítica y la confianza* en sí mismos y, favorece el destierro de las actitudes de autojustificación ante el fracaso académico.

En la conceptualización del *aprendizaje autodirigido* se integra el *conocimiento, la motivación y la autodisciplina* e influyen sobre la destreza y la voluntad. Los estudiantes están motivados para

aprender cuando realizan tareas *auténticas*, que son aquellas que se relacionan con los problemas del mundo real, aunque no siempre extrínsecamente. Por otra parte, a medida que los novatos adquieran experticia, se irán conociendo a sí mismos y sobre todo sabrán cómo aprender mejor, cómo abordar las tareas de aprendizaje a través desde diferentes estrategias mnemotécnicas, hasta mapas conceptuales. Y en lo que respecta a la *resolución de problemas*, suponen diferentes puntos de vista para abordarlos, con estrategias para cada tarea, más allá de pensar en el contexto de aplicación. Los estudiantes autorregulados saben como vencer las distracciones, donde y cuándo es mejor estudiar.

4. Una aplicación para asistir a los estudiantes en sus autoevaluaciones

A fin de ayudar en el proceso de reconceptualización de los errores, hemos elaborado una aplicación basada en la *web* que está disponible en los servidores de la universidad para que los estudiantes puedan efectuar su autoevaluación. Esta herramienta (se pueden ver las diferentes pantallas en las Figuras 1 a 4), les permite evidenciar sus fallas para que puedan tomar conciencia de sus limitaciones. La autoevaluación está dirigida a estudiantes del área de Programación Básica que incluye a los estudiantes de Computación, asignatura común a las carreras de ingeniería a excepción de Informática y Electrónica. Como se cuenta desde el año 2000 con una base de datos de los errores más comunes de los estudiantes en sus evaluaciones, hemos construido las diferentes series de preguntas con base en ellos; cada grupo de preguntas se corresponden a cada Unidad Didáctica trabajada. Con esta instrumentación buscamos que el alumno pueda darse cuenta de sus debilidades y pueda reforzarlas antes de su evaluación parcial o final. (En el Anexo se presentan los diferentes tipos de preguntas, con sus respuestas y con las observaciones de cada caso).

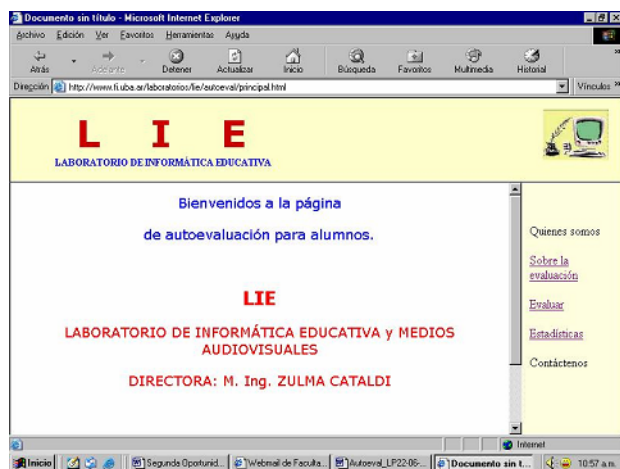


Figura 1: Pantalla Principal

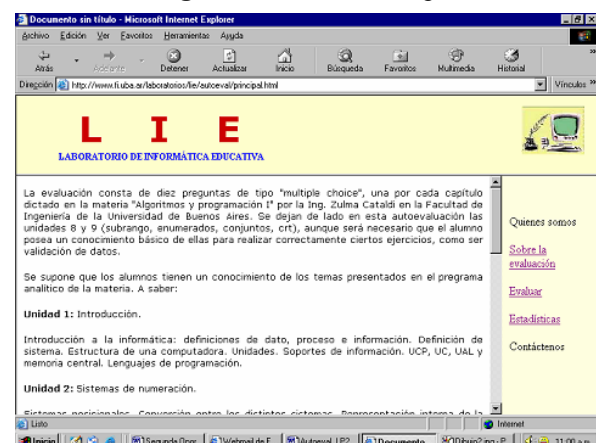


Figura 2. Los contenidos de la evaluación

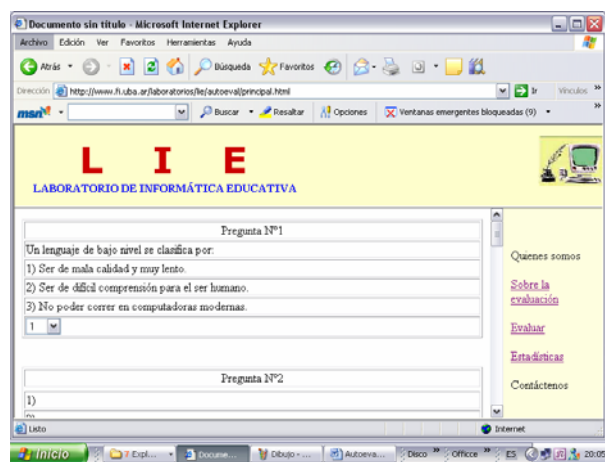


Figura 3: La evaluación

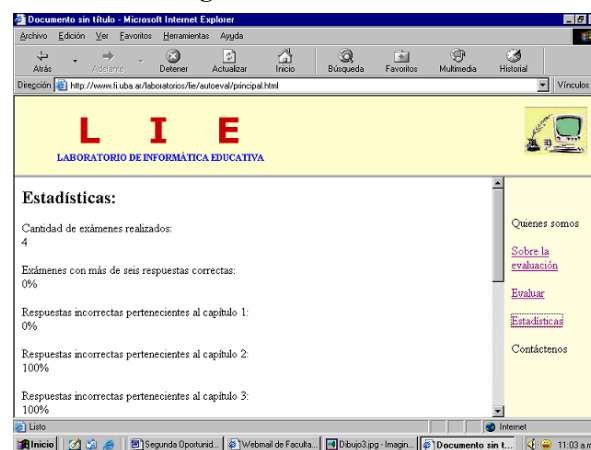


Figura 4: Las estadísticas

La aplicación *Autoeval*, es un programa muy simple que permite a los alumnos autoevaluar sus conocimientos mientras los profesores pueden ver los datos estadísticos en cualquier momento para tener un panorama general respecto del nivel del curso que está interactuando. El software está basado en formularios HTML, *scripts* PHP y una pequeña base de datos MySQL, utilizando de esta manera herramientas de muy bajo costo y sin problemas legales. Básicamente, se muestra a los alumnos un formulario HTML con n preguntas de tipo *múltiple choice*, dándoles 3 opciones a elegir, más la opción de no contestar. Las preguntas han sido formuladas considerando los datos estadísticos acerca de los errores más frecuentes de los alumnos en las evaluaciones parciales y finales.

Al finalizar su autoevaluación, el alumno realiza un “*submit*”, llamando así a un *script* que corrige el examen mostrándole al estudiante la cantidad de respuestas correctas, y las opciones correctas de los puntos que haya contestado erróneamente.

El programa consiste de las siguientes etapas: a) creación de registros (carga de las preguntas de examen), b) presentación de examen, c) corrección y d) presentación de estadísticas

El modelo de datos: En la cátedra donde se utilizará el programa se han desarrollado los contenidos en 10 Unidades Didácticas (o Capítulos), por lo cual se podría haber optado por usar 10 tablas en la base de datos, donde cada una almacenara los ítems del capítulo que le correspondiera, así, sería un modelo muy intuitivo y ordenado, sin embargo, para independizar el programa de la estructura de datos se optó por tener una única tabla de preguntas con la estructura de la Tabla 1 donde:

Num	Int unsigned auto_increment Primary key
Question	Text
Ans1	Text
Ans2	Text
Ans3	Text
Chapter	Char(5)
correct	Char(1)

“*num*” es la clave única identificatoria del registro, “*question*” es la pregunta en sí, “*ans1*” “*ans2*” y “*ans3*” son las respuestas posibles a “*question*”, “*chapter*” es el número de capítulo (unidad didáctica) en cuestión y finalmente “*correct*” es el número de respuesta correcta (1, 2 ó 3). De esta manera el programa seleccionará para cada Unidad Didáctica una pregunta como se ve en la Tabla 2

Tabla 1: Estructura de la base de Datos

Sabiendo que \$chapter contiene el número de capítulo deseado, en #1 se genera la consulta que se quiere realizar en un string, en #2 se ejecuta la consulta, y se devuelve en \$result todos los registros donde el campo capítulo sea el buscado (\$chapter). En #3 se calcula la cantidad de registros obtenidos en #2 (\$num_rows), para luego generar un número aleatorio entre 1 y \$num_rows y en #5 acceder al registro que posee ese número y finalmente devolverlo al programa principal en #6.

```
#1 $query = "select * from questions where chapter like '%" . $chapter . "%' ";
#2 $result= mysql_query($query);
#3 $num_rows= mysql_num_rows($result);
#4 $stop= rand(1,$num_rows);
#5 for ($i=0; $i< $stop ; $i++)
{
    $row= mysql_fetch_array($result);
}
#6 return $row;
```

Tabla 2: Selección de las preguntas

En cuanto a las *estadísticas* el programa muestra la cantidad de exámenes corregidos, la cantidad de exámenes con más de 6 respuestas correctas, la cantidad de respuestas incorrectas por cada Unidad Didáctica y su respuesta correcta.

5. Resultados previos

Durante el primer cuatrimestre de 2005 se llevaron a cabo pruebas piloto con estudiantes voluntarios a fin de evaluar el uso de la aplicación. Se probó con 10 alumnos en forma voluntaria (sujetos disponibles) de un curso de 30 inscriptos. A partir de esta primera exploración se ha visto que los alumnos fueron capaces de elaborar preguntas e inquietudes con mayor frecuencia y relevancia. Por otra parte, se convirtieron en agentes de apoyo a sus compañeros ya que pudieron ayudarlos en los inconvenientes de menor envergadura que ellos fueron capaces de reelaborar merced a su autoevaluación.

Los docentes lograron modelizar algunos esquemas de los errores que se presentaron con mayor frecuencia. Demás está decir que las preguntas fueron diseñadas teniendo en cuenta los errores más comunes de los alumnos que ha sido categorizados en investigaciones previas ya descriptas.

La aplicación será implementada en forma definitiva, con los ajustes pertinentes a partir de segundo cuatrimestre de 2005.

6. Conclusiones

Se trata de brindar a los estudiantes una herramienta a fin de que puedan tomar conciencia de sus propios errores para no cometer las mismas fallas en las evaluaciones finales. Se piensa que este objetivo está cumplido, pero también se ha visto que el impacto podría ser de mayor envergadura con el tiempo si se consideran los resultados que se presentaron.

Quedó establecido que, indudablemente, la *autoevaluación* resulta un acercamiento, entre aquellos que son posibles, hacia la autonomía del alumno y hacia la mejora del proceso de aprendizaje.

7. Líneas futuras de investigación

Como trabajos posteriores se propone: a) ampliar los contenidos disponibles para la autoevaluación, b) escalar el sistema informático de tal forma que permita realizar un seguimiento del alumno, de esta forma el docente puede tener una clusterización de su clase en cuanto a necesidades cognitivas, c) escalar el sistema informático de tal forma que evolucione hacia bases de datos e interfaces capaces de interactuar con el alumno de manera autónoma y d) incluir un módulo de autoevaluación en los Sistemas Tutores Inteligentes cuya arquitectura se está desarrollando.

8. Referencias

- Angulo, J. F. y Blanco, L. (coordinadores) (1994). *Teoría y desarrollo del currículum*". Ediciones Aljibe. Málaga.
- Ausubel D., Novak J. y Hanesian H.(1993, 1997). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. Décima impresión
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (Trad. cast.: *Pensamiento y acción. Fundamentos sociales*. Barcelona: Martínez Roca, 1987).
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 248-287.
- Blanco Prieto, F. (1994). *La evaluación en la Educación Secundaria*. Amarú. Salamanca.
- Brookshear, G. (1995) *Introducción a la Ciencias de la Computacion* Addison-Wesley
- Cataldi, Z., Lage, F. et al. 1998. *Enseñanza de Computación: una disciplina en vertiginoso cambio dentro de una educación en cambio*. Proceedings del IV Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 286-295. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.

- Cataldi Z., Lage, F. y Copello G. 1999. *La comprensión de los errores*. Proceedings del V Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 210-217. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería.
- Cataldi, Z., Lage, F. y Denazis, J. M. 2000. *The Scripts of University Students and Experts in the Preparation of the Examinations: A Study in Process*. FIE 2000: 30th ASEE/IEEE. Kansas City Missouri, 18-21 de octubre.
- Cataldi Z. y Lage F. (2002). *Los Preconceptos de Docentes y Alumnos en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de Computación en carreras de Grado y Postgrado*. Aceptado en CBComp 2002. II Congresso Brasileiro de Computação 26 al 30 de agosto de 2002. Univali. Itajaí. Sta. Catarina.
- Cataldi, Z.; Lage, F. y Cabero, J. 2003. *La interacciones en el modelo de trabajo cooperativo-colaborativo para capacitación a través de redes*. Full paper CACIC 2003. IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. II. Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación. 6 al 10 de octubre. Facultad de Informática UNLP. Págs. 126-137
- Cataldi, Z.; Lage, F. y Denazis, J. (2004) *Los guiones de los estudiantes "novatos" en la preparación de sus exámenes y el contraste con los profesores "expertos"*. II Congreso de enseñanza. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay. 6-8 de octubre.
- Cataldi, Z.; Lage, F.; Costa, G.; Salgueiro, F. et al. 2003. *Una propuesta de rediseño de las clases de computación desde la práctica docente a partir de los preconceptos de los estudiantes universitarios*. Full paper CACIC 2003. IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. II. Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación. 6 al 10 de octubre. Facultad de Informática UNLP. Págs. 102-113.
- Corno, L. (1994). Student volition and education: outcomes, influences and practices. En D. H. Schunk y B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Figuerola, N., Lage, F., Cataldi, Z. y Denazis, J. (2002). *Experiencias para mejoramiento del proceso de aprendizaje en asignatura inicial de la carrera Ingeniería Informática*. Anales del VIII CACIC: Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, páginas 1077-1088. Red UNCI. Facultad de Ciencias Exactas. UBA. 15 al 18 de octubre.
- Gimeno Sacristán, J. (1981). *Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo*. Anaya. Madrid.
- González Fernández, A. (2001) *Autorregulación del aprendizaje: una difícil tarea*. Universidad de Vigo. Consultado 8 Junio 2005 Disponible en:
<http://fs-morente.filos.ucm.es/publicacionesiberpsicologia/iberpsi10/gonzalez/gonzalez.htm>.
- Graham, S., y Harris, K. R. (1994). The role and development of self regulation in the writing process. En D. H. Schunk y B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications*. Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Hernández Rojas, G. (1998) *Paradigmas en Psicología de la educación*. Paidós. Mexico
- Litwin, E. (1998) *La evolución campo de controversias y paradojas: un nuevo lugar para la buena enseñanza*. En Camilloni et al. (1998) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Paidós.
- Patterson, C. (1982) *Bases para una teoría de la enseñanza y la psicología de la educación*. El manual moderno. México
- Rogers C. (1978) *Libertad y creatividad en la educación*. Paidós. Bs.As.
- Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., García Martínez, R. y Lage, F. J. (2005) *Sistemas inteligentes para el modelado del tutor*. GCETE'2005, Global Congress on Engineering and Technology Education. marzo 17-19.
- Schunk, D. (1990). Goal setting and self-efficacy during self-regulated learning. *Ed. Psychologist*, 25(1), 71-86.
- Schunk, D. (1997) *Teorías de aprendizaje*. Prentice Hall

Zimmerman, B. J. (1989) A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329-339.

Zimmerman, B. J. (1994) Dimensions of academic self-regulation: a conceptual framework for education. En D. H. Schunk y B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

ANEXO: Algunas preguntas del programa

Unidad Didáctica 1: Introducción a la Computación. Indique cuál es la respuesta correcta

Las partes de la unidad de control (UC) son:

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| a) UAL | b) Registro contador de | c) Registro contador de programas |
| Registro contador de | programas | Registro de instrucciones |
| programas | Registro de instrucciones | Decodificador |
| Registro de instrucciones | Decodificador | Reloj |
| Decodificador | Reloj | Secuenciador |
| Reloj | Memoria Central | |

La respuesta correcta es c.

Unidad Didáctica 2: Sistemas de Numeración. Indique cuál es la respuesta correcta

Indique cuál es el resultado correcto de la siguiente cuenta operando por complemento a la base, y estando los números en binario con formato de 8 bits complemento en base 2 (c-2).

$$\begin{array}{r} 00100011 \\ - \\ 00011001 \\ \hline \end{array}$$

- a) 00001010 b) 100001010 c) 1010

El resultado correcto es a.

Unidad Didáctica 3: Estructuras secuenciales. Indique cuál es la respuesta correcta

Se tiene el precio y nombre de un producto en una variable de tipo real (precio) y en una variable de tipo string (s_nombre) respectivamente. Se desea mostrar en pantalla el nombre y el valor de dicho producto. Seleccione la manera óptima de hacerlo.

- | | | |
|--|---|--|
| a) Writeln('El precio de ',
s_nombre,' es de \$',precio); | b) Write('El precio de ');
Write(s_nombre);
Write(' es de ');
Writeln(s_precio); | c) Writeln('El precio de s_nombre es de
\$precio'); |
|--|---|--|

La respuesta correcta es a.

Unidad Didáctica 4: Estructuras de decisión. Indique cuál es la respuesta correcta

El siguiente código muestra si una letra ingresada por el usuario es vocal o consonante, indique cuál de los códigos es el correcto, en caso de ser más de uno elija el que sea óptimo en su codificación.

- a)
- ```
begin
 letra:= readkey;
 if letra in ['a','e','i','o','u'] then
 vocal:= true;
 if vocal=true then
 writeln('La letra ingresada es una vocal.')
 else
 writeln('La letra ingresada es una consonante.');
```
- end.

b)

```
begin
 letra:= readkey;
 if letra in ['a','e','i','o','u'] then
 vocal:= true;
 if vocal then
 writeln('La letra ingresada es una vocal.')
 else
 writeln('La letra ingresada es una consonante.');
```

```
end.
```

**La respuesta correcta es la b.**

*Nota:* Aunque se podría haber evitado la existencia de la variable vocal, a través de este ejercicio se intenta mostrar el uso de las variables “booleanas” (que a los alumnos tanto les cuesta interpretar, ya que siempre intentan suplantarlas por alguna variable de tipo numérico) en las estructuras selectivas. Además se muestra la “mala costumbre” al programar “if vocal=true then” en lugar de “If vocal then”.

**Unidad Didáctica 5: Estructuras repetitivas:** Indique cuál es la respuesta correcta

Se tiene el siguiente algoritmo codificado en pascal: Un usuario lo ejecuta, ingresando como dato el valor numérico 5 cuando el programa lo solicita. Analícelo e indique cuál será el resultado mostrado en pantalla luego de su ejecución.

*Nota:* No se le aclara al alumno si la intención de este programa es calcular el factorial de un número, tampoco que la variable f no está inicializada correctamente.

```
uses
 crt, dos;

var
 numero: integer;
 f: longint;
begin
 clrscr;
 write('Ingrese un valor :');
 readln(numero);
 while numero>1 do
 begin
 f:= f * numero;
 numero:= numero-1;
 end;
 writeln(f);
 readkey;
end.
```

a) 120

b) 24

c) 0

**La respuesta correcta es c.**

*Nota:* Para que a) sea correcta (tal como se esperaría en un programa que calcule el factorial) debe inicializarse f en 1.

**Unidad Didáctica 6: Subprogramas.** Indique cuál es la respuesta correcta

Se tiene el siguiente procedimiento

```
procedure sumados(a: integer);
begin
 a:= a+2;
end;
```

Si se lo llama desde el programa principal siendo en él a=8, cuál será el valor de a luego de ejecutarse el procedure?

a) 8

b) 10

c) 0

**El resultado correcto es a.**

*Nota:* El estudiante debe darse cuenta que el parámetro es pasado por valor y no por referencia.